

## Method for producing a component

**Publication number:** DE19962958 (A1)

**Publication date:** 2001-07-26

**Inventor(s):** MUELLER UDO [DE]; WEH WALTER [DE]; MAZAC KAREL [DE]

**Applicant(s):** SALZGITTER AG [DE]; KUKA SCHWEISSANLAGEN GMBH [DE]

**Classification:**






- international: **B21C37/06; B21D26/02; B21C37/06; B21D26/00;** (IPC1-7): B23P13/00; B21D26/02; B21D41/02; B23K9/08

- European: B21C37/06; B21D26/02H



**Application number:** DE19991062958 19991224

**Priority number(s):** DE19991062958 19991224

### Also published as:

 DE19962958 (C2)  
 EP1110637 (A2)  
 EP1110637 (A3)  
 EP1110637 (B1)  
 ES2216809 (T3)

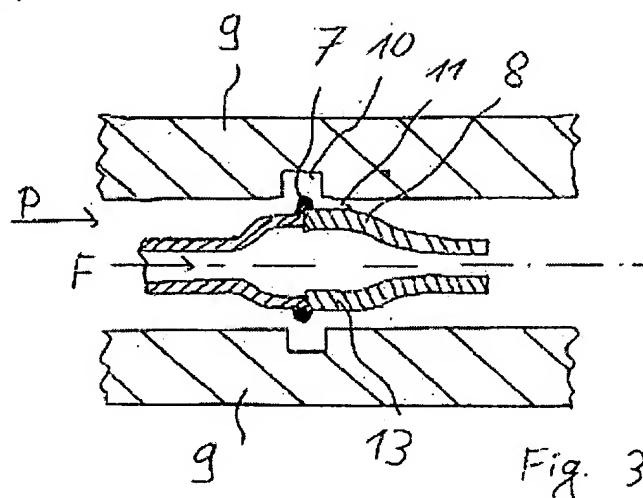
### Cited documents:

 DE1 9735434 (C1)  
 EP0620056 (B1)

Abstract not available for DE 19962958 (A1)

Abstract of corresponding document: **EP 1110637 (A2)**

A component is formed from two or more metal tubes of different cross sections and/or materials. The cross section of at least one tube end section is altered, so that section end faces fit with each other, and the profiles of the end sections conform mainly to a final shape. The end faces of both tubes are welded together to create a tubular semi-finished component (8). This is subsequently formed at least partially in an internal pressure forming process.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 199 62 958 C 2

51 Int. Cl. 7:  
B 23 P 13/00  
B 21 D 41/02  
B 21 D 26/02  
B 23 K 9/08

21 Aktenzeichen: 199 62 958.7-14  
22 Anmeldetag: 24. 12. 1999  
43 Offenlegungstag: 26. 7. 2001  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 13. 12. 2001

DE 199 62 958 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

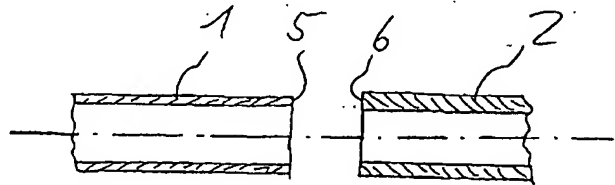
73 Patentinhaber:  
Salzgitter AG, 31226 Peine, DE; KUKA  
Schweissanlagen GmbH, 86165 Augsburg, DE  
74 Vertreter:  
GRAMM, LINS & PARTNER, 38122 Braunschweig

72 Erfinder:  
Müller, Udo, Dr., 38259 Salzgitter, DE; Weh, Walter,  
89343 Jettingen-Scheppach, DE; Mazac, Karel, Dr.,  
86316 Friedberg, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
DE 197 35 434 C1  
EP 06 20 056 B1  
Kuhn, D.: Grundlegendes zur Technik des  
Innenhoch-  
druckumformers, In: Bänder Bleche Rohre 7/8-1996,  
S. 14-15;

54 Verfahren zum Herstellen eines Formbauteils aus mindestens zwei Metallrohren und danach herstellbares Formbauteil

57 Verfahren zum Herstellen eines Formbauteils aus mindestens zwei Metallrohren (1, 2) unterschiedlichen Querschnitts und/oder unterschiedlicher Wandstärke und/oder unterschiedlicher Materialeigenschaften, bei dem bei mindestens einem Metallrohr (1, 2) der Querschnitt mindestens eines Endbereiches (3, 4) derart verändert wird, dass stirnseitige Endflächen (5, 6) der Endbereiche (3, 4) der beiden Metallrohre (1, 2) aneinander angepasst sind und die Querschnitte der angepassten Endbereiche (3, 4) der Metallrohre (1, 2) Querschnitte einer Endform des Formbauteils zumindest im Wesentlichen entsprechen, die Metallrohre (1, 2) an den stirnseitigen Endflächen (5, 6) miteinander zu einem rohrförmigen Halbzeug (8) verschweißt werden, und das rohrförmige Halbzeug (8) nachfolgend zumindest bereichsweise in einem Innenhochdruck-Umformverfahren verformt wird.



DE 199 62 958 C 2

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen eines Formbauteils aus mindestens zwei Metallrohren und auf ein danach herstellbares Formbauteil.

[0002] Die EP 0 620 056 B1 beschreibt bereits ein derartiges Verfahren sowie ein derartiges Formbauteil. Hierbei werden Rohre unterschiedlichen Querschnittes, unterschiedlicher Wandstärke und unterschiedlicher Materialeigenschaften in einem ersten Arbeitsschritt stirnseitig zu einem Halbzeug verschweißt. Dieses rohrförmige Halbzeug kann anschließend in einem Innenhochdruck-Umformverfahren zu einem rohrförmigen Formbauteil aufgeweitet werden. Durch die Verwendung des aus verschiedenen Rohren zusammengesetzten Halbzeuges können Formbauteile mit stärkeren Variationen der Wanddicke und stärkeren Variationen der Querschnittsfläche hergestellt werden, als es bei Verwendung eines einfachen Rohres als Halbzeug möglich ist, bei dem in Bereichen größerer radialer Aufweitung eine stärkere Verdünnung der Wandstärke bewirkt wird. Indem das rohrförmige Halbzeug durch Verschweißen herkömmlicher, kostengünstiger Rohre erzeugt wird, kann es relativ kostengünstig hergestellt werden und dennoch für die Herstellung unterschiedlicher Formbauteile mit größeren Variationen entlang seiner axialen Länge verwendet werden.

[0003] Bei diesem Herstellungsverfahren können jedoch im Verbindungsbereich der beiden Metallrohre, insbesondere wenn Metallrohre unterschiedlicher Wandstärken und unterschiedlichen Ausdehnungsverhaltens verwendet werden, Probleme auftreten. So kann bei dem Innenhochdruck-Umformverfahren das Rohr mit der geringeren Wandstärke zuerst aufgeweitet werden, so daß es in seinem Endbereich, d. h. im Verbindungsbereich des Halbzeuges bei der Schweißnaht, stärker gestreckt und ausgedünnt wird. Hierbei können bei stärkerer Ausdünnung gegebenenfalls auch Risse in der Schweißnaht, in einer Wärmeeinflußzone neben der Schweißnaht und/oder in einem Grundwerkstoff außerhalb der Wärmeeinflußzone des Metallrohres auftreten. Weiterhin kann es beim nachfolgenden Aufweiten des Rohres mit größerer Wandstärke in dem zuvor stärker gestreckten Endbereich des Rohres mit geringerer Wandstärke zu einer unerwünschten Faltenbildung kommen.

[0004] Desweiteren haben die Durchmesser von konventionell hergestellten, kostengünstigen Rohren, insbesondere kontinuierlich im Rollformverfahren hergestellten Rohre, Toleranzen, die zum Beispiel bei einer Wandstärke von einem oder mehreren Millimetern einige Zehntel Millimeter betragen können. Somit kann beim einfachen stirnseitigen Verschweißen der Rohre, insbesondere von Rohren mit geringer Wandstärke, eventuell eine schlechte oder unvollständige Verbindung der Rohrenden bzw. eine unerwünschte Stufenbildung erreicht werden. Hierzu können zwar zunächst die Endbereiche der Rohre überprüft und vermessen werden; dies erfordert jedoch wiederum einen zusätzlichen Arbeitsschritt.

[0005] Durch die relativ feste Schweißnaht zwischen den Rohrenden kann weiterhin beim Innenhochdruck-Umformverfahren auf Dauer die Innenfläche der Außenform beschädigt werden, insbesondere wenn die Schweißnaht im Verbindungsbereich keilförmig nach außen ragt.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Verbesserungen gegenüber dem Stand der Technik zu schaffen und insbesondere ein Verfahren zum Herstellen eines Formbauteils sowie ein entsprechendes Formbauteil zu schaffen, die mit relativ geringem Aufwand eine sichere und vorzugsweise kostengünstige Herstellung von Formbauteilen aus verschiedenen Rohren, insbesondere auch Formbauteilen mit stärkerer Variation entlang der axialen Länge ermögli-

chen.

[0007] Diese Aufgabe wird zum einen gelöst durch ein Verfahren zum Herstellen eines Formbauteils, bei dem bei mindestens einem Metallrohr von mindestens zwei Metallrohren unterschiedlichen Querschnittes und/oder unterschiedlicher Wandstärke und/oder unterschiedlicher Materialeigenschaften der Querschnitt mindestens eines Endbereiches derartig verändert wird, daß stirnseitige Endflächen der Endbereiche der beiden Metallrohre an einander angepaßt sind und die Querschnitte der Endbereiche der Metallrohre den entsprechenden Querschnitten des Formbauteils bzw. einer beim Innenhochdruck-Umformverfahren benutzten Außenform zumindest im wesentlichen entsprechen. Die Metallrohre werden an den stirnseitigen Endflächen nachfolgend miteinander zu einem rohrförmigen Halbzeug verschweißt, das nachfolgend in einem Innenhochdruck-Umformverfahren verformt wird.

[0008] Weiterhin wird diese Aufgabe bei dem eingangs genannten Formbauteil gelöst, indem die die beiden rohrförmigen Abschnitte verbindende Schweißnaht zumindest weitgehend spannungsfrei ist. Dieses Formbauteil ist insbesondere nach dem erfindungsgemäßen Verfahren herstellbar. Indem ein rohrförmiger Endbereich bzw. rohrförmige Endbereiche beider Metallrohre in ihrem Querschnitt einer Endform des Formbauteils zumindest weitgehend entsprechen, muss der Bereich der Schweißnaht beim nachfolgenden Innenhochdruck-Umformverfahren lediglich ein wenig aufgeweitet werden, so dass das Metall im Bereich der Schweißnaht vorteilhafterweise lediglich in einem Maße aufgeweitet wird, dass es in seinem fließfähigem Bereich verbleibt und somit keine bzw. lediglich geringe Spannungen in den Bereich der Schweißnaht erzeugt werden.

[0009] Erfindungsgemäß werden der Querschnitt des Endbereiches eines Metallrohres oder die Querschnitte der Endbereiche beider Metallrohre somit derartig verändert, daß die stirnseitigen Endflächen der Endbereiche aneinander angepaßt sind, so daß eine gute Verbindung der Rohrenden beim Schweißverfahren gewährleistet werden kann. Somit können nicht nur präzise, gezogene Rohre bzw. gezogene und geglühte Rohre, sondern beispielsweise kostengünstige, kontinuierlich rollgeformte oder diskontinuierlich rollgewalzte oder gesenkegebogene Rohre verwendet werden. Die Stirnflächen von Metallrohren unterschiedlicher Wandstärke können dabei z. B. zum Umfang hin bündig angepaßt werden, so daß sich eine glatte Außenfläche des rohrförmigen Halbzeuges und später des Formbauteils ergibt, so daß die unterschiedlichen Wandstärken der Rohrmaterialien von außen nicht erkennbar sind. Weiterhin ist eine mittige Verbindung der Stirnflächen oder eine zur Innenfläche hin bündige Verbindung der Stirnflächen der Metallrohre unterschiedlicher Wandstärke möglich. Diese Anpassung der Stirnflächen der Metallrohre kann in Abhängigkeit der nachfolgenden Verfahrensschritte wie z. B. Biegen mit Dorn erfolgen.

[0010] Erfindungsgemäß werden die Querschnitte der Endbereiche der Metallrohre dem entsprechenden Querschnitt der Endform, das heißt dem Querschnitt des Formbauteils, bzw. dem Bereich der Außenform, der die Endbereiche der Rohre bzw. den Verbindungsbereich des Halbzeuges bei Einlage in die Außenform umgibt, zumindest weitgehend angeglichen bzw. angepasst. Hierbei kann insbesondere ein gleichmäßiger Spalt zwischen dem Verbindungsbereich des Halbzeuges und der Innenfläche der Außenform verbleiben; es ist jedoch auch die Ausbildung eines ungleichmäßigen Spaltes möglich, so dass beim anschließenden IHU-Verformen eine stärkere Verformung eines Teils des Verbindungsbereiches erreicht wird. Der Spalt zwischen dem Verbindungsbereich und der Innenfläche der Außen-

form kann beispielsweise einige Millimeter oder einige zehntel Millimeter betragen. Vorteilhafterweise wird der Spalt derartig gewählt, dass das Metall bei der anschließenden Innenhochdruck-Umformverformung lediglich eine relative Dehnung erfährt, bei der es noch in seinem fließfähigen Bereich ist, so dass im Bereich der Schweißnaht keine oder lediglich geringe Spannungen erzeugt werden.

[0011] Die Endbereiche der Metallrohre können insbesondere mechanisch verformt werden. Zum Aufweiten der Rohrenden kann beispielsweise ein Aufweildorn verwendet werden, eine Verjüngung kann beispielsweise mittels eines Verengungsringes und/oder einer Endenzieheinrichtung erreicht werden. Der veränderte Querschnitt des Metallrohres ist von den Toleranzen der Ausgangswerkstücke unabhängig und wird lediglich durch diese Werkzeuge bestimmt. Somit erfährt der Endbereich des Metallrohres bzw. erfahren die Endbereiche beider Metallrohre eine weggebundene Umformung, die unabhängig von der Wandstärke bzw. den Materialeigenschaften der Rohre erfolgen kann. Nach dem Verschweißen der Rohrenden erfolgt dann eine kraftgebundene Umformung durch die Beaufschlagung des Innenraumes des Halbzeuges mit Fluid. Da der Verbindungsbereich des Halbzeuges im Bereich der Schweißnaht lediglich noch geringfügig aufgeweitet werden muss, treten die beim Stand der Technik vorhandenen Probleme der ungleichmäßigen Aufweitung der verschiedenen Rohrenden nur noch in geringem bzw. vernachlässigbarem Umfang auf. Weiterhin werden beim hydraulischen Aufweiten keine bzw. lediglich geringe Spannungen im Metall der Schweißnaht erzeugt, so dass dieser problematische Bereich weitgehend geschont wird und allenfalls in geringem Umfang verhärtet wird.

[0012] Erfindungsgemäß kann vorteilhafterweise das zur Querschnittsveränderung des Endbereiches verwendete Werkzeug beim nachfolgenden Schweißprozeß am Metallrohr verbleiben, so daß durch das Werkzeug eine gute Fixierung des Endbereiches des Rohres erreicht wird, ohne daß durch ein Rückfedern des Metalles nach der Querschnittsveränderung wieder eine Formänderung des Endbereiches auftritt. Hierdurch wird eine genaue und schnelle Herstellung und somit eine hohe Produktivität gewährleistet, da zwischen den beiden Arbeitsschritten nicht zunächst das zur Querschnittsveränderung verwendete Werkzeug entfernt werden muß, bevor die Schweißvorrichtung angesetzt wird. Die Schweißvorrichtung kann insbesondere schon während oder vor dem Arbeitsschritt der Querschnittsveränderung, d. h. insbesondere dem Aufweitvorgang oder dem Einengvorgang, an die Rohrenden angelegt werden.

[0013] Falls die Endbereiche beider Rohre aufgeweitet oder eingengt werden, kann dies durch ein gemeinsames Werkzeug erfolgen, z. B. einen gemeinsamen Verengungsring, in den die Rohrenden von beiden Seiten eingesteckt werden oder durch einen gemeinsamen Aufweildorn, auf den die beiden Rohrenden von zwei Seiten aufgeschoben werden. Falls der gemeinsame Aufweildorn als ein- und ausfahrbarer Aufspreizdorn ausgebildet ist, kann er nach dem Verschweißen eingefahren bzw. zusammengeklappt und axial aus dem rohrförmigen Halbzeug entfernt werden. Das gemeinsame Werkzeug kann aber beim anschließenden Schweißvorgang grundsätzlich auch in das Schweißverfahren einbezogen werden, z. B. als Elektrode zum Verschweißen dienen; falls das Werkzeug nicht beim Schweißprozeß mitverwendet wird, kann es vorteilhafterweise geerdet sein.

[0014] Erfindungsgemäß kann auch lediglich der Endbereich eines der beiden Rohre im Querschnitt verändert werden, wenn der Querschnitt eines Rohres bereits im wesentlichen der Endform des Formbauteils entspricht. Hierbei kann insbesondere der Querschnitt des Endbereiches des Rohres mit geringerer Wandstärke verändert werden. Die

Toleranzen im Rohr mit größerer Wandstärke sind insbesondere dann nicht erheblich, wenn das Rohr mit geringerer Wandstärke innerhalb des Toleranzbereiches jeweils mit seiner gesamten stirnseitigen Endfläche an der stirnseitigen Endfläche des Rohres mit größerer Wandstärke anliegt.

[0015] In der Außenform bzw. der Innenfläche der Außenform kann eine in Umfangsrichtung verlaufende Nut ausgebildet sein, die zur Aufnahme der Schweißnaht zwischen den Rohrenden dient. Hierdurch wird einerseits eine Nachbearbeitung des Halbzeuges im Bereich der Schweißnaht und andererseits eine Belastung der Außenform durch die verfestigte, im allgemeinen keilförmige Schweißnaht beim hydraulischen Aufweitvorgang vermieden oder zumindest gering gehalten, so daß die Lebensdauer der Außenform erhöht wird. Weiterhin wird die Belastung der Schweißnaht und die problematische Verformung der Schweißnaht beim hydraulischen Aufweiten vermieden oder zumindest gering gehalten. Die Nut kann dabei auch zur axialen Fixierung des Halbzeuges während des Innenhochdruck-Umformverfahrens genutzt werden.

[0016] Eine Außenform bzw. ein Gesenk bzw. eine Vorrichtung zur Innenhochdruck-Umformverformung, bei der in der Innenfläche der Außenform eine derartige in Umfangsrichtung verlaufende Nut zur Aufnahme einer Schweißnaht ausgebildet ist, wird bereits für sich in Alleinstellung als erfindungswesentlicher Gedanke angesehen.

[0017] Die Nut kann dabei im Verhältnis zur Schweißnaht derartig tief ausgebildet sein, daß auch während des Aufweitens die Schweißnaht nicht am Nutgrund zur Auflage kommt und lediglich die Rohrendbereiche neben der Schweißnaht an der Außenform aufliegen; in diesem Fall wird die Schweißnaht lediglich durch die axialen Kräfte beim Aufweiten belastet. Alternativ hierzu kann die Nut mit einer geringeren Tiefe ausgebildet werden, so daß die Schweißnaht während des Aufweitens am Nutgrund aufliegt und gegebenenfalls etwas verformt wird.

[0018] Erfindungsgemäß kann nach dem Verschweißen der Rohrenden auf eine Nachbehandlung der Schweißnaht verzichtet werden, wenn die Außenform mit der in Umfangsrichtung verlaufenden Nut ausgebildet ist, da in diesem Fall eine Beschädigung des Werkzeugs und die Belastung der Schweißnaht sowie die Belastung des die Schweißnaht umgebenden Metalles beim Aufweiten vermieden wird oder zumindest gering ist.

[0019] Zum Verschweißen der Stirnflächen können Elektroden verwendet werden oder ein Reibschweißverfahren verwendet werden. Vorteilhafterweise werden die Stirnflächen jedoch mittels eines magnetisch gesteuerten Lichtbogen-Schweißverfahrens miteinander verschweißt.

[0020] Während des Innenhochdruck-Umformverfahrens kann das Halbzeug in axialer Richtung nachgeführt werden, um ein allzu starkes Ausdünnen des Rohrmaterials in Bereichen stärkerer Aufweitung zu verhindern. Hierdurch können somit rohrförmige Formbauteile mit beliebigen Querschnittsflächen und beliebiger Wanddickenverteilung erreicht werden. Durch das axiale Nachführen des Rohrmaterials kann vorteilhafterweise eine im Verbindungsbereich der Endbereiche von Metallrohren unterschiedlicher Wandstärke ausgebildete Stufe abgeschragt bzw. vergleichmäßigt werden, wodurch die Festigkeit der Verbindung erhöht wird und eine glattere Verbindungsfläche erzeugt wird. Das Rohrmaterial kann dabei sowohl lediglich von einer axialen Richtung (zum Beispiel von der Seite des Rohres mit geringerer Wandstärke und/oder geringerem Durchmesser oder des Rohres mit größerer Wandstärke und/oder größerem Durchmesser) oder von beiden axialen Richtungen nachgeführt werden. Die Nachführung aus den beiden axialen Richtungen kann gleich oder vorteilhafterweise auf unter-

schiedliche Weise, zum Beispiel mit unterschiedlicher Geschwindigkeit und/oder zeitlich versetzt und/oder über eine kürzere bzw. längere Wegstrecke erfolgen. Sowohl bei dem Nachführen aus einer axialen Richtung als auch aus beiden axialen Richtungen kann bei Verwendung einer Außenform mit Nut an ihrer Innenfläche eine Fixierung der Schweißnaht des Halbzeuges in axialer Richtung erreicht werden; es ist jedoch auch eine entsprechende axiale Nachführung ohne eine derartige Fixierung möglich.

[0021] Erfindungsgemäß können insbesondere Stahlrohre verwendet werden; es ist jedoch auch die Verwendung von anderen Metallen, insbesondere Leichtmetallen, wie Magnesium, Aluminium oder einer Magnesium- oder Aluminiumlegierung möglich. Erfindungsgemäß können hierbei auch Metallrohre mit unterschiedlichen Materialeigenschaften verbunden werden, z. B. unterschiedliche Stahlsorten, wie z. B. Stahlsorten mit unterschiedlicher Zusammensetzung oder unterschiedlichem Gefüge.

[0022] Die Erfindung wird im folgenden anhand der beiliegenden Zeichnung an einigen Ausführungsformen näher erläutert. Es zeigen:

[0023] Fig. 1 die Endbereiche von zwei Metallrohren vor dem erfindungsgemäßen Aufweiten der Rohre;

[0024] Fig. 2 die aufgeweiteten Rohrenden nach dem erfindungsgemäßen Aufweiten;

[0025] Fig. 3 ein in eine IHU-Form eingelegtes erfindungsgemäßes Halbzeug vor dem hydraulischen Aufweiten gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren.

[0026] Gemäß Fig. 1 werden ein erstes Metallrohr 1 und zweites Metallrohr 2 verwendet, die z. B. einen kreisförmigen Querschnitt, einen rechteckigen Querschnitt oder einen anderen Querschnitt aufweisen. Die Metallrohre 1, 2 weisen, wie Fig. 1 gezeigt, unterschiedliche Wandstärken und/oder unterschiedliche Durchmesser auf.

[0027] Gemäß Fig. 2 werden Endbereiche 3, 4 der Metallrohre derartig aufgeweitet, daß stirnseitige Endflächen 5, 6 der Endbereiche 3, 4 an einander angepaßt sind und nachfolgend somit die Metallrohre 1, 2 an ihren Stirnflächen 5, 6 aneinander gelegt werden können, so daß vorteilhafterweise zumindest eine Stirnfläche, z. B. wie in Fig. 2 gezeigt die kleinere Stirnfläche 5, vollständig an der anderen Stirnfläche 6 anliegt.

[0028] Die Endbereiche 3, 4 sind dabei bereits derartig aufgeweitet, daß ihre Querschnitte dem Querschnitt der Endform, das heißt des späteren Formbauteils an dieser Stelle, zumindest weitgehend entsprechen, bzw. ihre Außendurchmesser dem Innendurchmesser der im späteren IHU-Aufweitvorgang verwendeten, in Fig. 3 gezeigten Außenform 9 zumindest weitgehend entsprechen. Hierbei kann insbesondere lediglich ein kleiner Spalt 11 zwischen den Endbereichen 3, 4 und der Außenform 9 verbleiben. Die Rohrenden 3, 4 können im auf Fig. 2 folgenden Verschweißvorgang z. B. durch ein Pressschweißverfahren, insbesondere ein magnetisch gesteuertes Lichtbogen-Schweißverfahren miteinander verschweißt werden. Bei Metallrohren 1, 2 mit rundem Querschnitt kann z. B. auch ein Reibschweißverfahren verwendet werden; weiterhin kann ein Elektroden-Schweißverfahren verwendet werden, bei dem gegebenenfalls ein zum Aufweiten der Rohrenden 3, 4 verwendeter, in Fig. 2 nicht gezeigter Aufweitdorn als eine der Elektroden verwendet werden kann.

[0029] Durch Verschweißen der Stirnflächen 5, 6 wird gemäß Fig. 3 ein rohrförmiges Halbzeug 8 gebildet, das einen aufgeweiteten Verbindungsbereich 13 aufweist, der den Endbereichen 3, 4 der als Ausgangsmaterial verwendeten Metallrohre 1, 2 entspricht. Im Verbindungsbereich 13 ist eine Schweißnaht 7 ausgebildet, die wie in Fig. 3 gezeigt insbesondere nach außen vorstehen kann. Zum Innenhoch-

druck-Umformen wird das Halbzeug 8 in an sich bekannter Weise in eine Außenform 9 eingelegt, die die Endform des späteren rohrförmigen Formbauteils bestimmt. Zum Aufweiten wird hierbei in bekannter Weise Fluid, wie mit Pfeil F gezeigt, in das Innere des Halbzeuges 8 gepreßt, wobei im allgemeinen das andere Ende des Halbzeuges 8 verschlossen wird.

[0030] Da der Verbindungsbereich 13 beim vorherigen Aufweiten bereits dem ihn umgebenden Bereich der Außenform 9 zumindest weitgehend angepaßt ist und vorteilhafterweise lediglich ein kleiner, ringförmiger Spalt 11 zwischen dem Verbindungsbereich 13 und der Außenform 9 verbleibt, wird dieser Verbindungsbereich beim Innenhochdruck-Umformverfahren nur noch gering gestreckt, so daß insbesondere auch die Belastung des Endbereiches 3 des Metallrohres mit geringerer Wandstärke in der Nähe der Schweißnaht 7 gering gehalten wird, so daß in der Schweißnaht keine bzw. lediglich geringe Spannungen erzeugt werden. Hierbei sind der Durchmesser des Metallrohres und der Spalt derartig aufeinander abgestimmt, daß die Dehnung des Metalls in radialer Richtung innerhalb des Fließbereichs des Metalls stattfindet.

[0031] In der Außenform 9 kann eine ringförmige Nut 10 ausgebildet sein, die zur Aufnahme der Schweißnaht 7 geeignet ist. Beim Innenhochdruck-Umformverfahren gelangt somit die Schweißnaht 7 in die Nut, so daß ein Flachpressen der Schweißnaht 7 an einer glatten Innenflächen der Außenform 9 vermieden werden kann. Die Nut 10 kann dabei so tief ausgebildet werden, daß die Schweißnaht 7 gar nicht oder lediglich teilweise am Nutgrund zur Auflage kommt, so daß die Belastung der Schweißnaht 7 gering ist. Alternativ hierzu kann eine bewußte Verformung der Schweißnaht bei Verwendung einer Nut mit einer geringeren Tiefe erreicht werden, so daß die Schweißnaht 7 etwas abgeflacht wird.

[0032] Während des Innenhochdruck-Umformvorgangs kann in an sich bekannter Weise das Halbzeug 8 in einer axialen Richtung P bzw. in der zu P entgegengesetzten axialen Richtung nachgeführt werden, um die Wandstärke des Formbauteils in gewünschten Bereichen, insbesondere in Bereichen mit stärkerer Querschnittsvergrößerung, zu erhöhen. Hierdurch kann insbesondere die Stufe zwischen den Endbereichen 3, 4 der Rohre etwas abgeflacht werden und somit die Verbindung der Metallrohre 1, 2 verbessert werden.

[0033] Die axiale Länge der in ihrem Querschnitt veränderten Endbereiche 3, 4 kann beim erfindungsgemäßen mechanischen Aufweiten vor dem Verschweißen bei den beiden Metallrohren unterschiedlich ausgebildet sein. So kann z. B. in Fig. 2 die axiale Länge des Endbereiches 3 des Metallrohres 1 mit geringerer Wandstärke größer oder kleiner als die axiale Länge des Endbereiches 4 des Metallrohres 2 gewählt werden, je nach der gewünschten Belastung des Rohrmaterials beim mechanischen Aufweiten sowie beim nachfolgenden Innenhochdruck-Umformen.

[0034] Alternativ zu dem in Fig. 2 gezeigten Aufweiten der Endbereiche 3, 4 können auch einer oder beide Endbereiche verengt werden. Bei Verwendung eines ersten Rohres mit kleinerem Durchmesser und eines zweiten Rohres mit größerem Durchmesser kann beispielsweise der Endbereich des ersten Rohres aufgeweitet und der Endbereich des zweiten Rohres verengt werden, so daß die Endbereiche aneinander angepaßt sind. Eine Einengung beider Endbereiche kann beispielsweise vorgenommen werden, wenn der Verbindungsbereich im späteren Formbauteil einen geringeren Durchmesser als die umgebenden Bereiche des Formbauteils aufweisen soll und beispielsweise nachfolgend das Formbauteil im relativ biegeweichen Verbindungsbereich gebogen werden soll.

[0035] Erfindungsgemäß können insbesondere aus Blechen kontinuierlich rollgeformte oder diskontinuierlich rollgewalzte oder gesenkbegogene, relativ kostengünstige Rohre verwendet werden. Hierbei kann auf ein anschließendes Ziehen und gegebenenfalls Glühen der Rohre zur Vergleichsmäßigung verzichtet werden, da aufgrund des erfindungsgemäßen nachträglichen Aufweitens der Rohrenden auch größere Toleranzen der Ausgangsrohre in Kauf genommen werden können. Somit kann auch eine Materialschwächung durch das Ziehen und Glühen der Rohre vermieden werden.

[0036] Erfindungsgemäß können Rohre 1, 2 mit konstanter oder ungleichmäßiger Wandstärke verwendet werden. Eine ungleichmäßige Wandstärke kann zum Beispiel durch eine Vorbehandlung der für die Rohrerstellung verwendeten Bleche erreicht werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Formbauteils aus mindestens zwei Metallrohren (1, 2) unterschiedlichen Querschnitts und/oder unterschiedlicher Wandstärke und/oder unterschiedlicher Materialeigenschaften, bei dem bei mindestens einem Metallrohr (1, 2) der Querschnitt mindestens eines Endbereiches (3, 4) derartig verändert wird, dass stirnseitige Endflächen (5, 6) der Endbereiche (3, 4) der beiden Metallrohre (1, 2) aneinander angepasst sind und die Querschnitte der angepassten Endbereiche (3, 4) der Metallrohre (1, 2) Querschnitte einer Endform des Formbauteils zumindest im Wesentlichen entsprechen, die Metallrohre (1, 2) an den stirnseitigen Endflächen (5, 6) miteinander zu einem rohrförmigen Halbzeug (8) verschweißt werden, und das rohrförmige Halbzeug (8) nachfolgend zumindest bereichsweise in einem Innenhochdruck-Umformverfahren verformt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei beiden Metallrohren (1, 2) jeweils mindestens der Querschnitt eines Endbereiches verändert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Endbereich (3, 4) mindestens eines Metallrohres, vorzugsweise die Endbereiche (3, 4) beider Metallrohre (1, 2) mechanisch aufgeweitet und/oder verjüngt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens der Endbereich (3, 4) eines der Metallrohre (1, 2) mittels eines axial eingeführten Aufweitdornes aufgeweitet wird, der während des Verschweißens der stirnseitigen Endflächen (5, 6) in dem Endbereich (3, 4) des Metallrohres verbleibt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Endbereiche (3, 4) beider Metallrohre (1, 2) durch einen gemeinsamen Aufweitdorn, insbesondere einen gemeinsamen Aufspreizdorn, aufgeweitet werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Veränderung des Querschnitts des mindestens einen Endbereiches (3, 4) die geometrische Form des Querschnitts verändert wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Querschnitt des rohrförmigen Halbzeuges (8) in einem Verbindungsbereich (13) der Metallrohre (1, 2) dem Querschnitt einer beim Innenhochdruck-Umformverfahren verwendeten Außenform (9) zumindest im wesentlichen entspricht.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass bei Einlage des rohrförmigen Halbzeuges (8) in die Außenform (9) zwischen dem Verbindungsbereich (13) der Metallrohre und der Außenform (9) ein im wesentlichen gleichmäßiger Spalt (11) ausgebildet ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass in einer Endfläche einer beim Innenhochdruck-Umformverfahren verwendeten Außenform (9) eine in Umfangsrichtung verlaufende Nut (10) zur Aufnahme einer Schweißnaht (7) eines Verbindungsbereiches (13) der Metallrohre (1, 2) ausgebildet ist.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Verschweißen der stirnseitigen Endflächen (5, 6) der Endbereiche (3, 4) das Halbzeug (8) ohne eine vorherige Nachbearbeitung einer Schweißnaht (7) durch das Innenhochdruck-Umformverfahren verformt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Halbzeug (8) vor dem Innenhochdruck-Umformverfahren gebogen wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die stirnseitigen Endflächen (5, 6) durch ein Pressschweißverfahren, insbesondere ein magnetisch gesteuertes Lichtbogen-Schweißverfahren oder ein Reibschweißverfahren, miteinander verschweißt werden.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass während des Innenhochdruck-Umformverfahrens das Halbzeug in mindestens einer axialen Richtung (P), vorzugsweise in zwei entgegengesetzten axialen Richtungen in gleicher oder unterschiedlicher Weise nachgeführt wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass in einem ersten Verfahrensschritt die Metallrohre aus einem Blech durch ein diskontinuierliches Verfahren, wie z. B. Rollwalzen- oder Gesenkbiegen, oder ein kontinuierliches Verfahren, wie z. B. ein Rollformverfahren, hergestellt werden und ohne ein nachfolgendes Ziehverfahren oder Glühverfahren die Querschnitte ihrer Endbereiche (3, 4) verändert und aneinander angepasst werden.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein Metallrohr oder beide Metallrohre (1, 2) vor dem Verschweißen gebogen wird/werden.
16. Rohrförmiges Formbauteil aus Metall, herstellbar mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, mit mindestens zwei rohrförmigen Abschnitten aus Metall, die über eine Schweißnaht (7) miteinander verbunden sind, wobei die Schweißnaht zumindest weitgehend spannungsfrei ist.
17. Rohrförmiges Formbauteil nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Schweißnaht (7) an einem Außenumfang des Formbauteils hervorragt.
18. Formbauteil nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Abschnitte unterschiedliche Materialeigenschaften aufweisen, vorzugsweise aus unterschiedlichen Metallen bestehen.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

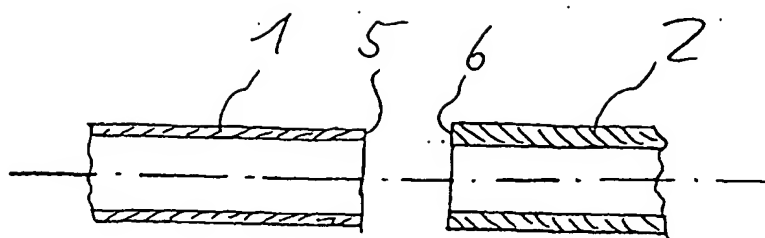


Fig. 1

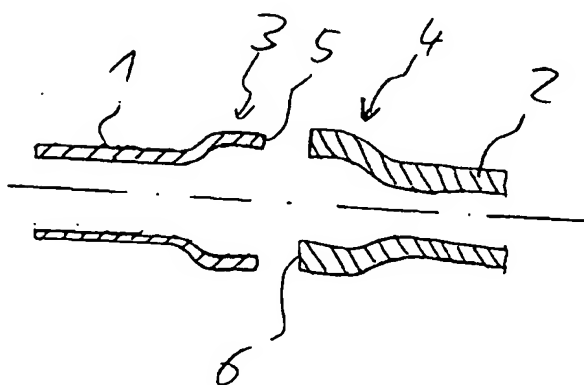


Fig. 2

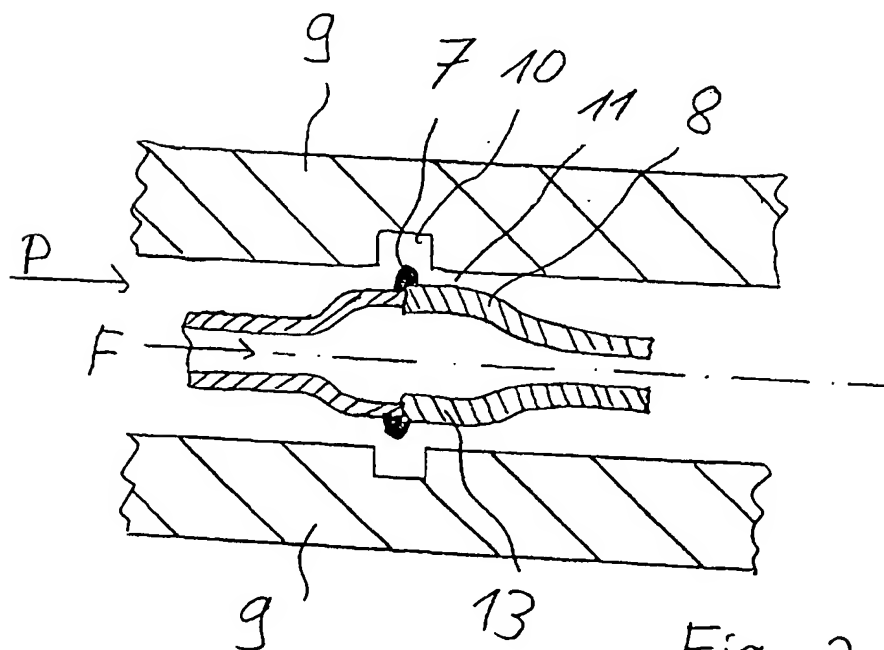


Fig. 3